XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8574

Arborização urbana e resfriamento microclimático: análise da Reta da Penha em Vitória/ES

Urban tree cover and microclimatic cooling: analysis of Reta da Penha in Vitória, Brazil

João Victor Lourenço Nicola
UFES | Vitória | Brasil | joao.v.nicola@edu.ufes.br
Edna Aparecida Nico-Rodrigues
UFES | Vitória | Brasil | edna.rodrigues@ufes.br

Resumo

O processo de urbanização intensificado em conjunto às mudanças climáticas, têm contribuído para o acontecimento do fenômeno de ilhas de calor urbanas, impactando negativamente o conforto térmico nas cidades. Nesse contexto, a arborização urbana se apresenta como uma estratégia relevante de adaptação, especialmente por meio do sombreamento e da evapotranspiração. O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da evapotranpiração no microclima na avenida Nossa Senhora da Penha, em Vitória/ES. A metodologia envolveu levantamento de campo e simulações microclimáticas realizadas no software ENVI-met, considerando dois diferentes cenários de arborização com e sem atividade evapotranspirativa. Foram analisadas as variáveis temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento, além dos índices de conforto térmico UTCI e PET. Os resultados indicaram que o aumento do número de indivíduos plantados e o porte das espécies exercem influência significativa na redução da temperatura do ar e melhoria das condições de conforto térmico, sendo mais expressivos do que as variações relacionadas exclusivamente à evapotranspiração.

Palavras-chave: Arborização urbana. Microclima. Conforto térmico. Evapotranspiração. ENVI-met.

Abstract

The intensified urbanization process, coupled with climate change, has contributed to the occurrence of urban heat islands, negatively impacting thermal comfort in cities. In this context, urban afforestation presents itself as a relevant adaptation strategy, especially through shading and evapotranspiration. This study aimed to evaluate the effects of evapotranspiration on the microclimate of Nossa Senhora da Penha Avenue in Vitória/ES. The methodology involved field surveys and microclimatic simulations performed using ENVI-met software, considering two different afforestation scenarios with and without evapotranspirative activity. The variables analyzed were air temperature, relative humidity, and wind speed, in addition to the thermal comfort indices UTCI and PET. The results indicated that increasing the number of planted individuals and the size of the species significantly influence the reduction of air temperature and improvement of thermal comfort conditions, being more significant than variations related exclusively to evapotranspiration.

Key-words: Urban afforestation. Microclimate. Thermal comfort. Evapotranspiration. ENVI-met.

INTRODUÇÃO

O acelerado processo de urbanização, aliado às mudanças climáticas globais, tem intensificado os problemas ambientais e sociais nas cidades contemporâneas [1]. Entre os fenômenos mais relevantes, destaca-se a formação das Ilhas de Calor Urbano (ICU), resultado da supressão de áreas verdes, da impermeabilização excessiva do solo e do predomínio de superfícies altamente absorventes de radiação, contribuindo para a elevação das temperaturas, a degradação da qualidade do ar e a redução da qualidade de vida nas cidades [2] [3].

Conforme [4], o calor extremo agravado pelas mudanças climáticas afeta a saúde humana e os ecossistemas, sendo intensificado pela urbanização acelerada e pelo uso insustentável do solo, que favorecem a formação de ICU. Esses impactos tornam os ambientes urbanos mais vulneráveis e colocam em risco o bem-estar da população. Foram registrados aumento destes eventos em quatro vezes no Brasil desde 1970. Em 2023, foram registradas nove ondas de calor, totalizando 65 dias, o que corresponde a quase 20% do ano [5].

A arborização urbana aparece como uma das ferramentas essenciais de adaptação urbana pelo fornecimento de Serviços Ecossistêmicos (SE) [6]. Segundo [7], o conceito de SE é um termo relativamente consolidado na literatura, e busca-se incorporá-lo ao conceito de Soluções Baseadas na Natureza (SBN). Assim, com base na noção de serviço, entendido como algo útil a ser desempenhado, e à luz das funções ecológicas da natureza, a incorporação dessas atividades visa melhorar as dificuldades ecológicas e ambientais encontradas nas cidades.

[8], ao abordar os conceitos de SE e SBN, apontam que as cidades devem ser compreendidas em escalas mais amplas da paisagem, reconhecendo sua dependência das áreas que fornecem esses serviços, ao mesmo tempo em que podem atuar ativamente em sua provisão. Nesse contexto, as SBN devem ser uma resposta a desafios urbanos de forma integrada, promovendo benefícios entre diferentes aspectos da cidade.

No entanto, apesar dos benefícios da arborização urbana, como melhoria da qualidade do ar, sombreamento e conforto térmico entre outras vantagens ligadas a SE, a Arborização Urbana (AU) não demonstra ser o principal fator modificador do clima. Por sua vez, a AU vem sendo superada por elementos como a materialidade urbana, que contribuem para a formação de ICU [6] [9].

A expansão urbana tende a reduzir áreas vegetadas, o que intensifica o aquecimento urbano e a incidência direta de radiação solar, nesse contexto, a vegetação atua como importante reguladora climática e estratégia de adaptação das cidades [10]. [11], da mesma forma, demonstra que o planejamento sobretudo em áreas comerciais e industriais apresentam significativo potencial de adaptação climática. Com a adoção de soluções como: telhados verdes e superfícies permeáveis, cobertura arbórea ao longo de vias, são estratégias que contribuem para o resfriamento urbano por meio do sombreamento e da evapotranspiração.

Além disso, o planejamento controla a implantação de baixa diversidade de espécies nas vias urbanas, o que torna a arborização mais suscetível a pragas e doenças, além de comprometer a harmonia com a infraestrutura [12].

[3] já em 2005 apontaram também que árvores de grande porte, em especial, qualificam o espaço urbano proporcionando sombreamento, conforto térmico e organização visual, entretanto, aspectos como o espaçamento e a configuração das calçadas influenciam diretamente a percepção dos pedestres, podendo gerar sensações de proteção ou confinamento.

Na intenção de quantificar os benefícios da AU, os estudos de [13] indicaram que a presença de árvores pode reduzir a temperatura do ar em média 2,37 °C e elevar a umidade relativa em 4,85%, devido ao sombreamento e à troca de calor latente associada à evapotranspiração. Entretanto, em condições de calor extremo e elevado déficit de pressão de vapor (DPV), o estresse hídrico pode limitar a transpiração, reduzindo a eficiência do resfriamento e, em alguns casos, elevando a temperatura do ar, o que reforça a importância da escolha de espécies adaptadas a essas condições [14].

Desta forma, um planejamento com espécies com comportamento anisoídrico[1] são mais indicadas por manterem a transpiração sob estresse hídrico [14], embora possam apresentar limitações no resfriamento em situações específicas. A *Licania tomentosa* demonstra redução significativa da condutância estomática[2] em altos DPV, preservando o potencial hídrico foliar, mas com menor eficiência na regulação térmica por evapotranspiração [15].

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da evapotranpiração no microclima na avenida Nossa Senhora da Penha, em Vitória/ES

MÉTODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos foram: escolha do local; levantamento de campo; simulação; e análise do UTCI e PET.

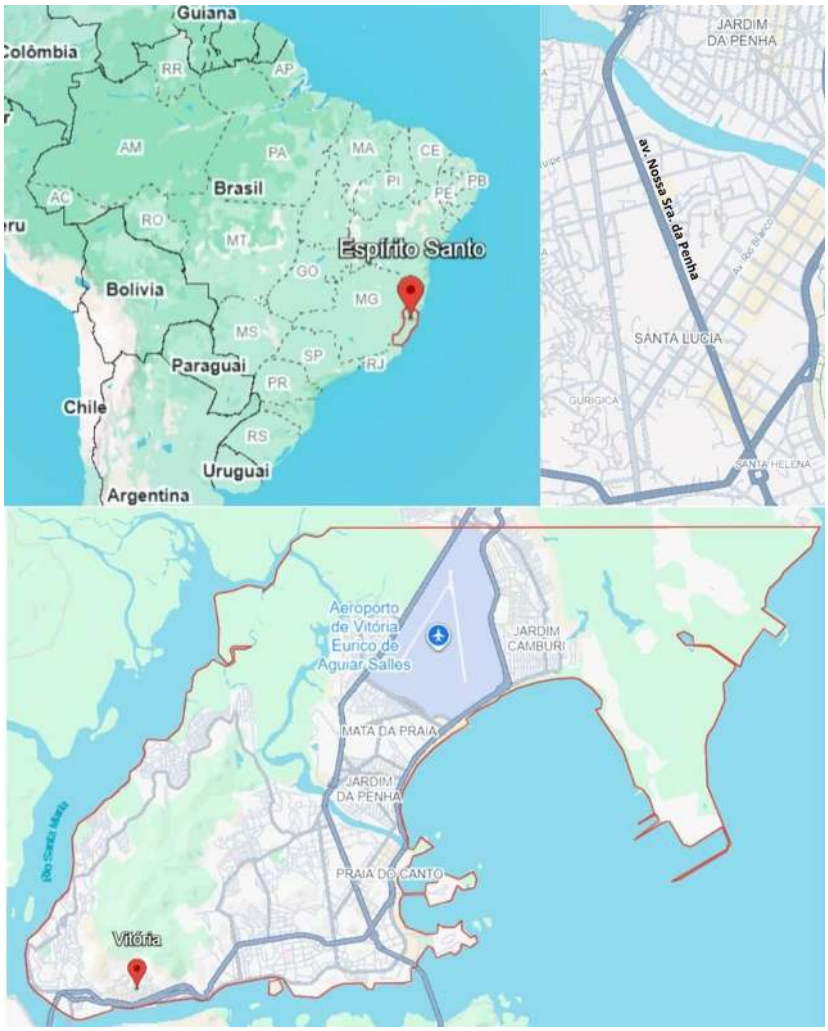
ESCOLHA DO LOCAL

A área escolhida para estudo foi a avenida Nossa Senhora da Penha, localizada na cidade de Vitória, ES (Figura 1), selecionada por apresentar características representativas da morfologia urbana local, incluindo diferentes tipologias edificadas, calçadas, canteiro central e arborização existente em diferentes estágios de crescimento.

[1] As plantas anisohídricas mantêm os estômatos abertos por mais tempo, permitindo que o potencial hídrico foliar caia drasticamente, mas mantendo a fotossíntese por mais tempo.
[2] Os estômatos são estruturas presentes na epiderme das plantas que permitem a troca de gases e a transpiração, desempenhando um papel crucial na fotossíntese.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8574

Figura 1: Localização do Espírito Santo no território brasileiro (à esquerda acima), delimitação do município de Vitória (abaixo) e localização da via de estudo (à direita acima)



Fonte: Google Earth, adaptado pelo autor (2026)

LEVANTAMENTO DE CAMPO

O levantamento da arborização foi realizado por meio de análises remotas e verificações em campo. Inicialmente, utilizou-se o Google Street View e dados da Prefeitura Municipal de Vitória (Geoweb) para mapeamento preliminar. Em seguida, as informações foram validadas in loco, com identificação de espécies, também baseada em registros fotográficos e apoio de ferramentas de inteligência artificial para classificação botânica.

SIMULAÇÃO

O recorte para simulação possui a área de duas quadras totalizando um perímetro de 110 por 340 metros. Para a análise, priorizou-se uma área com a presença de arborização, e simultaneamente, setores com espaço para a implantação de novas árvores, a área inclui indivíduos de maior porte e árvores mais recentes, evidenciando diferentes estágios de desenvolvimento da arborização.

As simulações foram efetuadas no *software* ENVI-met e estruturadas em cenários distintos, organizados de forma a permitir a comparação entre diferentes configurações de arborização urbana. Em cada cenário, apresentou-se inicialmente o estado atual da via, considerando o porte e a quantidade real de indivíduos arbóreos identificados no levantamento de campo, os quais foram posteriormente modelados no software. Na sequência, foi desenvolvido um cenário prospectivo, contemplando a implantação de novos indivíduos nas áreas ociosas das calçadas e dos canteiros centrais.

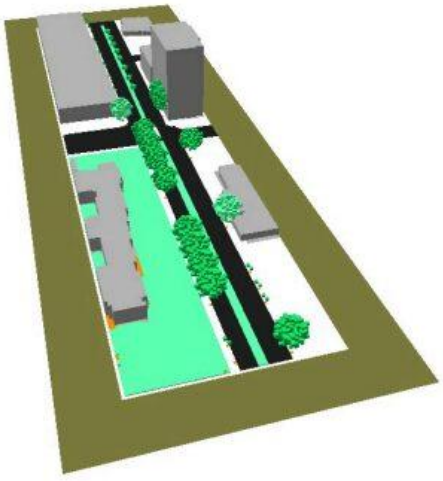
O modelo utilizado nas simulações possui uma dimensão de 110 × 340 × 70 células (grid), respectivamente, aos eixos X, Y e Z, além disso, para esse recorte foi utilizado o tamanho de 1×1 (metros) nas células, para representar com fidelidade os elementos urbanos.

As simulações foram realizadas para o dia 22 de dezembro de 2025, dia do solstício de verão, em horário de maior incidência solar (11h–12h). Foram definidos dois cenários: (i) arborização existente, com e sem transpiração; e (ii) ampliação da arborização e em estágio avançado de crescimento, com e sem transpiração.

Para a avaliação foram gerados mapas de “bulbo seco”, para verificar as condições climáticas calculadas pelo *software*.

As modelagens desenvolvidas (Figura 2) seguiram os padrões e diretrizes do próprio programa, com a utilização de materiais cujas propriedades físicas e térmicas se aproximam das condições reais, tais como alvenaria, asfalto, solo exposto, gramado e concreto. Da mesma forma, a arborização inserida nos modelos foi definida considerando porte, densidade de copa e características foliares compatíveis com a vegetação existente, buscando a maior aproximação possível da realidade observada em campo (Quadro 1).

Figura 2: Modelagem do recorte simulado no estado atual



Fonte: Adaptado de ENVI-met.

Quadro 1: Materiais e vegetações utilizadas nas simulações

Construção			
Material	**Comprimento de rugosidade (m)**	**Albedo**	**Emissividade**
Parede de concreto pesado	0,02	X	X
Superfícies			
Solo franco	0,015	0	0,90
Pavimentação concreto cinza	0,010	0,30	0,90
Asfalto	0,010	0,12	0,90
Perfil de solo sob a edificação	0,010	0,20	0,90
Vegetação			
Forma da copa	**Tronco**	**Densidade da copa**	**Altura (m)**
Cilíndrica	Médio	Escassa	15
Cilíndrica	Médio	Densa	15
Esférica	Pequeno	Densa	5
Esférica	Pequeno	Escassa	5
Esférica	Médio	Densa	15
Palmeira	Pequeno	Densa	5
Grama	X	X	0,25

Fonte: o autor.

ANÁLISE DO UTCI E PET

Para a avaliação dos índices de conforto térmico considerou-se: Índice Climático Térmico Universal (UTCI) e Temperatura Equivalente Fisiológica (PET).

O índice UTCI (Quadro 2) é determinado a partir da combinação de variáveis climáticas como a temperatura do ar, a pressão de vapor de água, a velocidade do vento e a temperatura radiante média. A partir desses dados, obtém-se uma temperatura equivalente que representa como o corpo humano percebe o ambiente térmico [15].

Quadro 2: Escala na avaliação UTCI

Faixas de UTCI (ºC)	**Categoria de estresse**
Acima de 46	Extremo estresse para o calor
38 a 46	Muito forte estresse para o calor
32 a 38	Forte estresse para o calor
26 a 32	Moderado estresse para o calor
9 a 26	Sem estresse
9 a 0	Pouco estresse para o frio
0 a -13	Moderado estresse para o frio
-13 a -27	Forte estresse para o frio
-27 a -40	Muito forte estresse para o frio
Abaixo de -40	Extremo estresse para o frio

Fonte: [16].

Da mesma forma, o estudo de [17] destaca que o índice PET (Quadro 3) é obtido a partir de um modelo numérico que estima uma temperatura equivalente na qual o

corpo humano se encontra em equilíbrio térmico, considerando uma situação padrão. Para sua determinação, são levados em conta fatores como temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento, temperatura radiante média, além de características humanas, como o nível de atividade metabólica e o tipo de vestimenta. No presente trabalho, foi adotada como referência a calibração do índice PET para a cidade de Vitória/ES, proposta por [18], a fim de orientar a análise e a interpretação dos resultados obtidos.

Quadro 3: Escala na avaliação PET

Sensação térmica	PET para Europa (Matzarakis e Mayer, 1996)	PET para Vitória
Muito frio	≤ 4°C	—
Frio	4°C < PET ≤ 8°C	18°C < PET ≤ 20°C
Frio moderado	8°C < PET ≤ 13°C	20°C < PET ≤ 22°C
Levemente frio	13°C < PET ≤ 18°C	22°C < PET ≤ 30°C
Neutro	18°C < PET ≤ 23°C	30°C < PET ≤ 34°C
Levemente quente	23°C < PET ≤ 29°C	34°C < PET ≤ 46°C
Calor moderado	29°C < PET ≤ 35°C	—
Quente	35°C < PET ≤ 41°C	> 46°C
Muito quente	> 41°C	—

Fonte: Adaptado [18].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do levantamento da arborização existente revelou uma predominância de *Licania tomentosa*, das 161 árvores encontradas nessa via, 69 são dessa espécie, representando mais de 40% das árvores da avenida. Na área do recorte, das 34 árvores encontradas 24 são da espécie *Licania tomentosa*, indicando uma predominância de cerca de 70% dessa espécie (Figura 4).

Figura 4: *Licania tomentosa* ao longo da via



Fonte: O autor, 2025

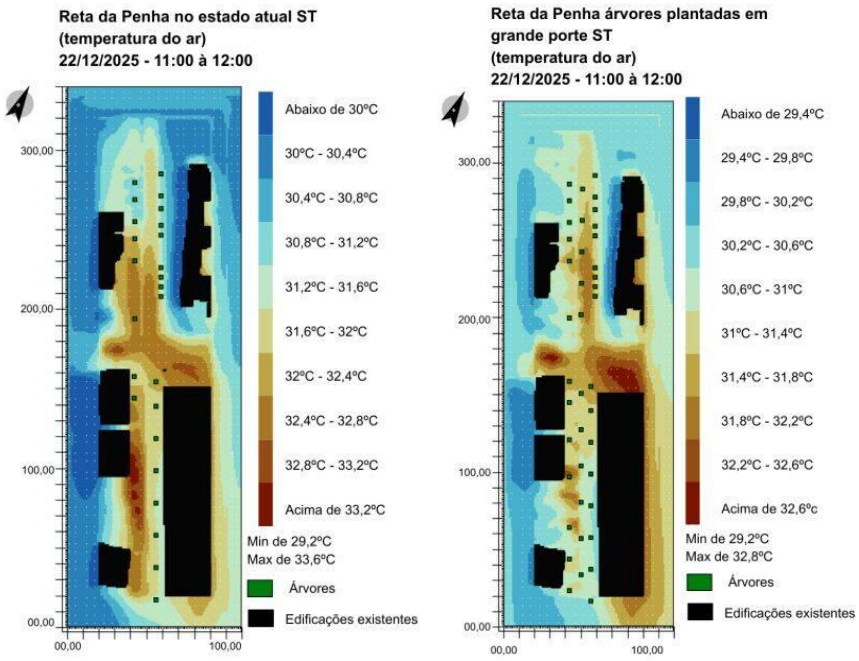
Procedeu-se, então, à análise dos efeitos microclimáticos decorrentes das diferentes modificações propostas. A comparação dos cenários simulados é iniciada pela análise da temperatura do ar, seguida da umidade relativa e da velocidade do vento, verificando os cenários sem transpiração (ST) e com transpiração (CT), de modo a evidenciar como cada variável responde às alterações na configuração da arborização e às condições fisiológicas consideradas, resultando, por fim, no conforto térmico.

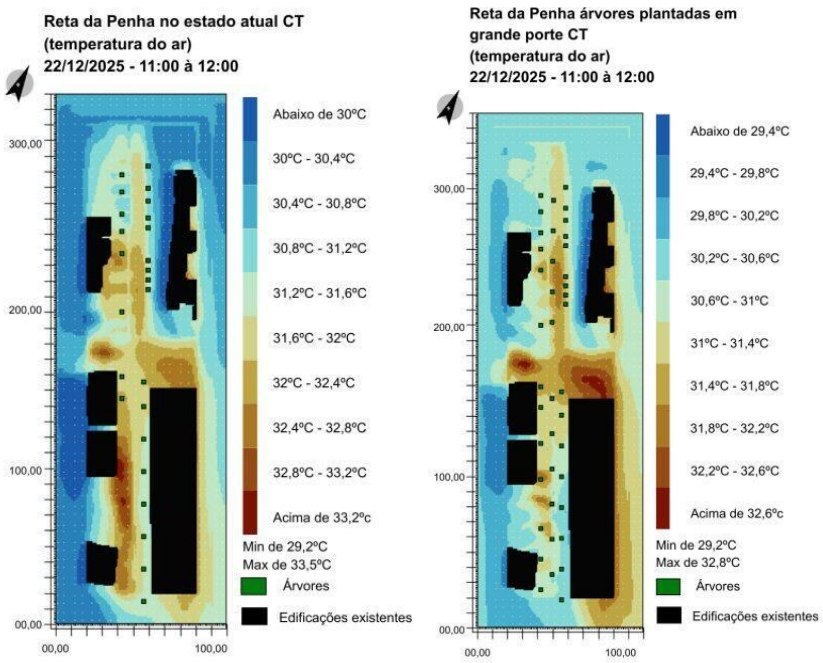
Ressalta-se que, com base no levantamento de campo e na literatura, as simulações consideraram que todos os indivíduos identificados como *Licania tomentosa* no recorte da via foram modelados nos cenários ST.

A1. TEMPERATURA DO AR

A comparação entre os cenários ST e CT no estado atual (Figura 5) indica redução sutil da temperatura do ar, com mínima de 29,2 °C inalterada e máxima reduzida de 33,6 °C para 33,5 °C, diminuindo a amplitude de 4,4 °C para 4,3 °C, evidenciada pela redução das áreas entre 32,4 °C e 33,2 °C. No cenário com mudas de grande porte, as temperaturas permaneceram inalteradas (29,2 °C a 32,8 °C), com amplitude de 3,6 °C, indicando apenas diminuição das áreas de maiores temperaturas.

Figura 5: Temperatura do ar





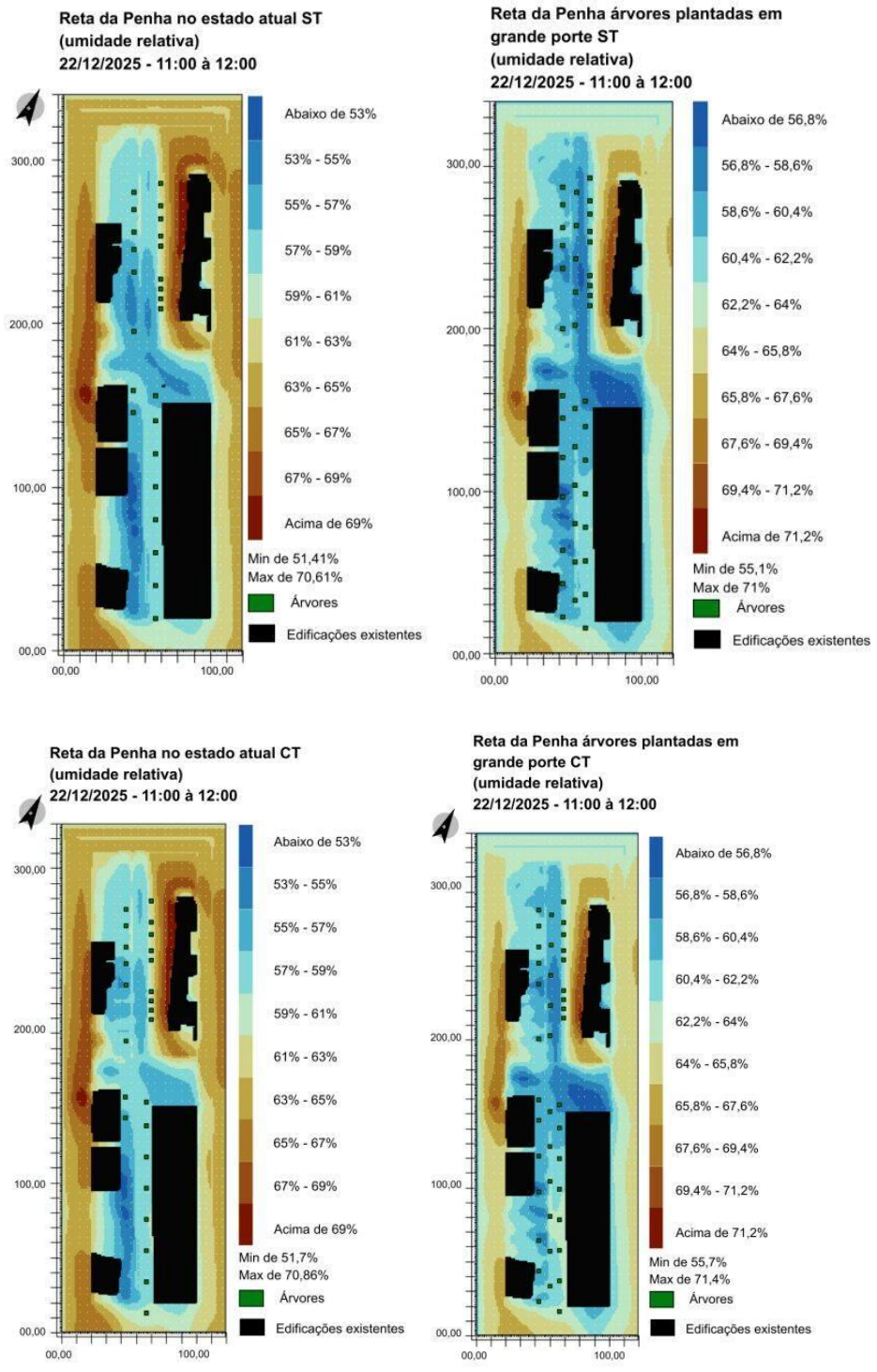
Fonte: O autor, adaptado de ENVI-met.

A2. UMIDADE RELATIVA

A análise da umidade relativa (Figura 6) mostrou variações pouco expressivas entre os cenários ST e CT, com valores próximos no estado atual (51,41% a 70,61% no ST e 51,7% a 70,86% no CT) e discreta ampliação das áreas mais úmidas no cenário com transpiração; no cenário com árvores de grande porte, também houve diferenças discretas, com variação de 55,1% a 71,0% no ST e de 55,7% a 71,4% no CT, indicando leve aumento das áreas com maior umidade, especialmente sob as copas e em áreas adjacentes.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8574

Figura 6: Umidade relativa



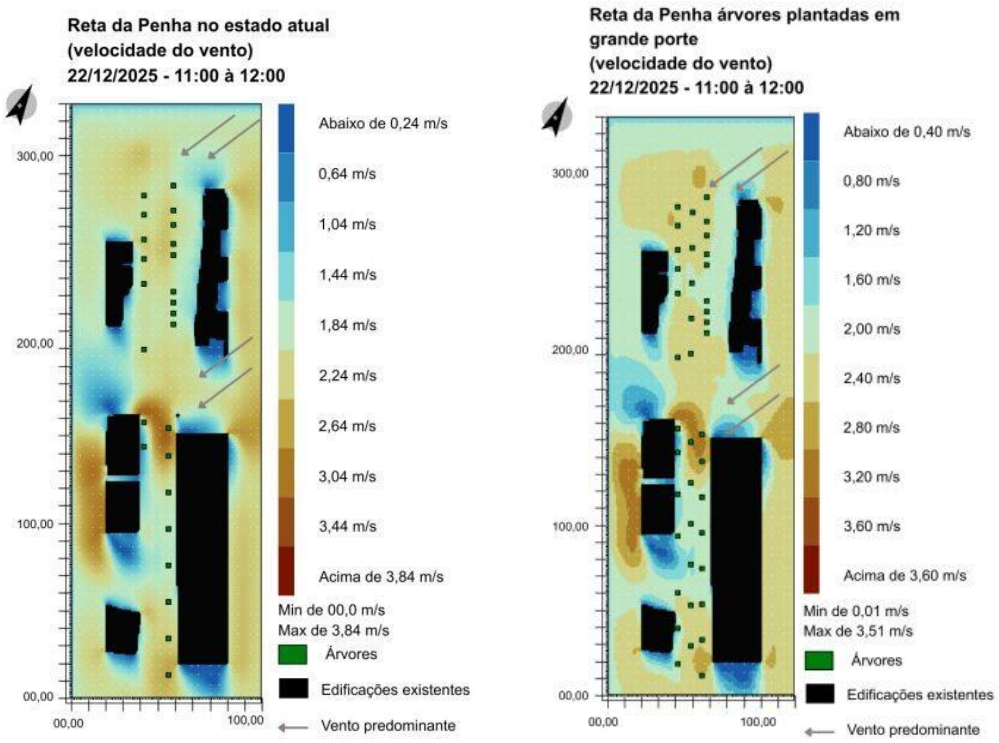
Fonte: O autor, adaptado de ENVI-met.

A3. VELOCIDADE DO AR

O mapa de velocidade do vento no estado atual indica distribuição heterogênea dos fluxos, com a presença de árvores e a configuração urbana gerando zonas de redução e fragmentação do escoamento, limitando a ventilação em alguns trechos e mantendo média de 2,24 m/s (Figura 7); com o aumento do porte da vegetação, o escoamento manteve predominância de velocidades baixas a intermediárias (0,40 m/s a 2,40 m/s), com leve aumento sob influência da arborização e redução da velocidade máxima de 3,84 m/s para 3,51 m/s.

Figura 7: Velocidade do vento no estado atual e após as modificações

Fonte: O autor, adaptado de ENVI-met.



Nota: Devido a evapotranspiração não atuar nesse parâmetro, foram mostrados apenas cenário com a modificação da arborização implantada e não sua capacidade fisiológica. Fonte: O autor, adaptado de ENVI-met.

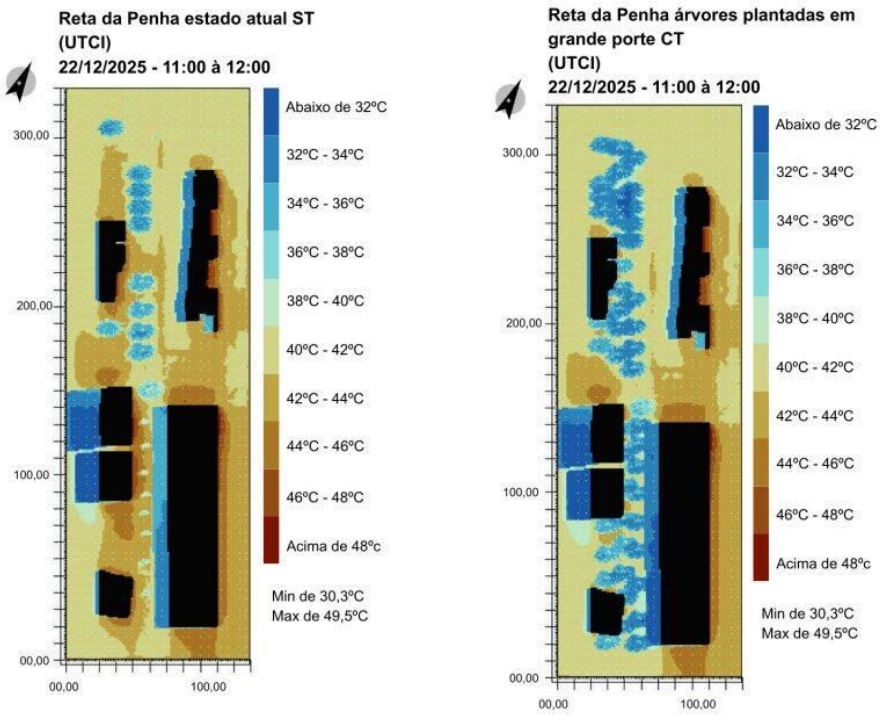
Observou-se que o aumento da densidade arbórea e do porte das espécies resultou em maiores reduções da temperatura do ar, principalmente pelo sombreamento das copas. A transpiração influenciou a umidade relativa, mas com pouco efeito nos valores extremos, enquanto árvores de grande porte contribuíram para microambientes mais úmidos e homogêneos, sendo a configuração física mais determinante que a transpiração isolada. Por fim, a velocidade do vento manteve comportamento semelhante entre os cenários, com alterações pontuais sob as copas, indicando modulação suave sem prejuízo à ventilação urbana.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8574

A4. UTCI E PET

Os resultados evidenciaram melhora significativa no conforto térmico ao comparar o pior cenário com o melhor cenário. No primeiro caso, predominam temperaturas elevadas (40 °C a 46 °C), configurando muito forte estresse para o calor no índice UTCI, sobretudo em áreas expostas. Já no cenário CT, observa-se redução dessas faixas e ampliação de áreas com temperaturas inferiores a 38 °C e até abaixo de 32 °C, indicando transição para níveis de forte e moderado estresse para o calor no índice, principalmente sob a influência das copas. Embora os valores extremos sejam semelhantes, a redistribuição espacial no cenário CT aponta para uma melhora generalizada do conforto térmico (Figura 8).

Figura 8: Análise UTCI

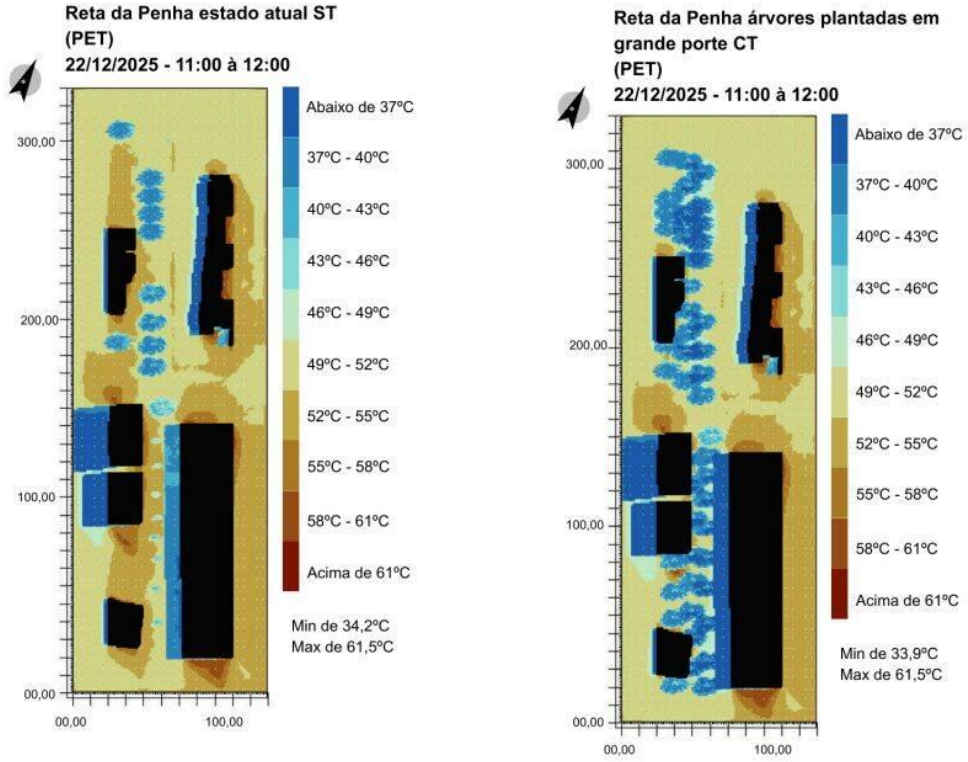


Fonte: O autor, adaptado de ENVI-met.

A análise do índice PET evidenciou melhora no conforto térmico com árvores de grande porte e transpiração, passando de temperaturas elevadas no estado atual (49 °C a 58 °C, com picos acima de 61 °C), associadas à sensação muito quente, para uma redistribuição com aumento das áreas abaixo de 43 °C e redução das faixas mais críticas, resultando em sensação térmica quente, com menores temperaturas sob as copas devido ao sombreamento (Figura 9).

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8574

Figura 9: Análise PET



Fonte: O autor, adaptado de ENVI-met.

Os resultados mostraram que, embora as calçadas sem arborização apresentem pouca variação térmica nos índices UTCI e PET, a presença de árvores é fundamental para o conforto térmico. Na pesquisa desenvolvida [19], é mostrado que o principal benefício da vegetação está associado ao sombreamento e à redução da carga radiante incidente sobre os pedestres atuando de forma localizada sob as copas, onde há redução do desconforto.

Por fim, embora o ENVI-met seja amplamente utilizado em estudos de microclima urbano, o modelo é representado por modelagens simplificadas da realidade, adotando parâmetros padronizados nas simulações. Dessa forma, os resultados devem ser interpretados considerando as limitações.

CONCLUSÃO

A partir da análise evidenciou que a arborização urbana exerce um papel relevante no microclima urbano, sobretudo em áreas consolidadas e com excessivo uso de materiais absorvedores de calor. Como observado na avenida Nossa Senhora da Penha, os resultados obtidos por meio das simulações indicaram que o aumento do porte arbóreo e da densidade de cobertura vegetal promove reduções mais expressivas no conforto térmico, em comparação aos efeitos isolados da evapotranspiração, corroborando estudos que apontam o sombreamento como principal mecanismo de resfriamento urbano devido a materialidade urbana.

Adicionalmente, verificou-se que a evapotranspiração contribuiu de forma complementar para a melhoria das condições microclimáticas, influenciando a umidade relativa do ar, ainda que com menor impacto sobre os valores extremos, especialmente em condições de elevado déficit de pressão de vapor. Nesse sentido, os resultados reforçam a importância da seleção adequada de espécies, considerando suas características fisiológicas e capacidade de adaptação ao estresse hídrico.

Contudo, essa seleção também deve levar em consideração a quantidade de indivíduos implantados no ambiente urbano, porte, tempo de crescimento e formato da copa, com o intuito de mitigar a irradiação solar sobre as superfícies já discutidas, visto que, segundo as simulações de conforto térmico, mesmo com arborização de grande porte e com transpiração ativa, grande parte das áreas ainda expostas ao sol permanecem em faixas elevadas de calor.

No que se refere ao conforto térmico, os índices UTCI e PET evidenciaram melhora significativa nos cenários com arborização de maior porte, com redução das áreas de forte estresse térmico e ampliação de zonas de maior conforto, sobretudo sob as copas arbóreas.

Por fim, conclui-se que, embora a arborização não atue sozinha como principal modificadora do clima urbano, sua eficácia está diretamente ligada à interação com a morfologia urbana e os materiais predominantes na cidade. Dessa forma, o planejamento integrado da arborização, aliado a estratégias complementares de desenho urbano, mostrou-se essencial para potencializar os benefícios microclimáticos e contribuir para a construção de cidades mais resilientes às mudanças climáticas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro concedido, fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa, à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e ao Laboratório de Planejamento e Projeto (LPP).

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, o primeiro autor utilizou a ferramenta ChatGPT (IA) para a tradução do texto. Após a utilização da ferramenta, o autor revisou e editou o conteúdo conforme necessário e assume total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] RONCHI, S.; SALATA, S.; ARCIDIACONO, A. **Which urban design parameters provide climate-proof cities? An application of the Urban Cooling InVEST model in the city of Milan comparing historical planning morphologies.** Sustainable Cities and Society, v. 63, dez. 2020. DOI: 10.1016/j.scs.2020.102459

[2] LABAKI, L. C. et al. **Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos.** Fórum, v. 4, n. 1, 2011.

[3] MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. J. **Vegetação urbana.** 2. ed. Porto Alegre: Mais Quatro, 2005.

[4] CHEN, Shanshan et al. **Integrated land use and urban function impacts on land surface temperature: implications on urban heat mitigation in Berlin with eight-type spaces**. Sustainable Cities and Society, v. 83, ago. 2022.

[5] FERREIRA, L. S.; DUARTE, D. H. S.; DI GIULIO, G. M. **Ondas de calor e adaptação: um alerta para os instrumentos de planejamento e ordenamento territorial.** Conjuntura, v. 7, n. 19, 2024.

[6] SHAMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M. **Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos.** Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU, Piracicaba, v. 4, n. 4, p. 1–16, 2009.

[7] DACOL, Kelli Cristina; TISCHER, Wellington. **A relação entre soluções baseadas na natureza e serviços ecossistêmicos: uma análise bibliométrica.** Revista GeoNordeste, São Cristóvão, v. 31, n. 2, p. 172-191, jul./dez. 2020.

[8] MARQUES, Taícia Helena Negrin; RIZZI, Daniela; FERRAZ, Victor; HERZOG, Cecília Polacow. **Soluções baseadas na natureza: conceituação, aplicabilidade e complexidade no contexto latino-americano, casos do Brasil e Peru**. Revista LABVERDE, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 1-22, jan. 2022.

[9] MUNIZ, M. E.; DIOGO, I. J. S. **Influence of Urban Forestation on the Thermal Comfort of Residents of Jardim Iracema, Fortaleza, Ceará.** Jornal of Interdisciplinary Debates, v. 2, n. 0, 2021.

[10] XAVIER, T. C. **A influência da arborização no microclima urbano: estudo de caso em Vitória – ES.** 2009. 179 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2009.

[11] CORTINOVIS, C. et al. **Scaling up nature-based solutions for climate-change adaptation: potential and benefits in three European cities.** Urban Forestry & Urban Greening, v. 67, jan. 2022. DOI:10.1016/j.ufug.2021.127450

[12] MIRANDA, T. O. de; CARVALHO, S. M. **Levantamento quantitativo e qualitativo de indivíduos arbóreos presentes nas vias do bairro da Ronda em Ponta Grossa-PR.** Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU, Piracicaba, v. 4, n. 3, p. 143-157, 2009.

[13] CARVALHO, L. F. **A influência de diferentes espécies arbóreas no microclima urbano.** 2021. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2021.

[14] MEILI, N. et al. **Tree effects on urban microclimate: diurnal, seasonal, and climatic temperature differences explained by separating radiation, evapotranspiration, and roughness effects.** Urban Forestry & Urban Greening, v. 58, mar. 2021. DOI:10.1016/j.ufug.2020.126970

[15] SILVA, B. G.; LEMOS FILHO, J. P. de. **Relações hídricas em espécies lenhosas no campus Pampulha/UFMG, Belo Horizonte, MG.** Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 24, n. 4 (suplemento), p. 519–525, dez. 2001.

[16] UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX (UTCI). **Universal Thermal Climate Index**. [s.d.]. Disponível em: https://www.utci.org/. Acesso em: 9 jul. 2026.

[17] BALDOTTO, M. P. **O efeito do vidro refletivo no microclima urbano: fachadas de edifícios comerciais.** 2022. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Artes, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Vitória, 2022.

[18] SILVA, F. T. da. **Conforto térmico do transeunte: a porosidade urbana como condicionante da ventilação.** 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

[19] GARCIA, Thiago; LABAKI, Lucila**. Avaliação da flutuação da temperatura de globo em função da proximidade de copas de árvores. Estudo de caso: Chapéu de sol (terminalia catappa)** . In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2024. DOI: 10.46421/entac.v20i1.6179